

## Technical Supplements :

浜崎 俊秀 (アラスカ州政府研究員)\*

### 果物摂取と骨密度

成長期の子供の果物摂取が骨量・骨密度に与える影響を調べた研究は諸処ある。北アイルランドでは12歳児を対象に、年間果物消費が少ない(男子24 kg 以下・女子30 kg 以下) 場合と多い(男子55 kg 以上・女子72 kg 以上) 場合との比較で<sup>4)</sup>、骨密度に統計的に有意な差は見られなかった(McGartland et al., 2004)。イングランドの15歳児(年間果物摂取量が男子25–101 kg・女子25–83 kg) では果物摂取と骨量・骨密度の間に正の相関関係が見られたが、男子では統計的に有意で、女子では有意ではなかった(Prynne et al., 2006)。同様にカナダでも、果物摂取と骨量に男子では統計的に有意な正相関がみられたが、女子では見られなかった(Vatanparast et al., 2005)。中国の11–14歳児では、男子(果物摂取平均67.5 kg : SD 61.3 kg) 女子(果物摂取平均75 kg : SD 66.4 kg) とともに骨量・骨密度に統計的に有意な正の相関が見られている(Li, et al., 2012)。これらの研究を要約すれば、果物摂取は成長期の子供においても(更年期女性同様、前掲「三ヶ日調査」) 骨量・骨密度にある程度の効果があると結論づけられる。しかしながら、これらの研究は果物摂取が身長発達にプラスに作用することへの裏づけとはならない。何故なら、これらの研究では身長が骨量・骨密度の内因要素として取り込まれているからである。言い換えれば、上記の研究は「身長の同じ子供のあいだでは、果物を多く摂取する子供の方が骨量・骨密度が高い傾向にある」

と言っているだけである。果物摂取の骨量・骨密度への影響は0.5%未満で、骨量・骨密度は身長で90~95%説明できるとの結果も出ている(Vatanparast, op.cit.)。となると、成長期の子供に関しては果物摂取が骨量・骨密度に微量な効果しか与えないと推定される。もし果物摂取が身長増加に影響を与えるとしたならば、ibid. の果物摂取の骨密度への推定は低すぎるとも考えられる。

4) 本文表3–4で見たように、1990年時点において我が国のティーンエイジャーの年間果物消費量は、15.4 kg、2000年には7.6 kg、2010年には4.4 kgに過ぎない。冬季間の主要果物であるみかんに至っては、同じ期間に2.3 kg から0.8 kg に激減している。日本の子供たちの多くは、最近年において果物をほとんど食べなくなっている。この現実を踏まえて果物消費の健康効果を統計疫学的に検証するためには、女兒の場合、摂取量が30 kg 以下と72 kg 以上の比較ではなく、たとえば5 kg 以下と30 kg 以上の間に差が見られたかどうかの区分けの方が、現実的妥当性が高いと思われる(森)。

### 果物摂取と身長

身長は何によって決定されるのかについては、遺伝と環境要因(生活習慣、食料摂取、気候、衛生状況、経済・社会条件など)の面から様々な研究が行われている。どちらの要因が強いのかについての結果は、対象期間や地域によっても異なり、結果は様々である。さらに留意しなければならないのは、研究対象が個人の身長差なのか集団の身長差なのかである。個人の身長差や平均身長の男女差は遺伝子(かりに遺伝子が同定されていなくても)が関わっていると見ることに異論は少ないであろう。他方同じ国や地

\* Biometrician, Division of Commercial Fisheries, Alaska Department of Fish and Game

域における世代間（たとえば、1950年代と2000年代の若者）や階層間（たとえば、富裕層と貧困層）での身長差となると、遺伝よりは環境要因（生活習慣、食料消費など）の影響が大きいと見ることに異論はないであろう。全世界的に伸びの差はあるとしても、人々の平均身長は伸びている（NCD-RisFC, 2016）。その説明要因として挙げられているのは、近代化による国民全体の富、国民栄養摂取の量と質の向上、医療技術の進歩（たとえば、新生児死亡率の低下に代表される）などが挙げられている（Schmidt et al., 2009；Delemarre-van de Wall, 1993；Grasgruber et al., 2014, 2016；etc.）。日本人の平均身長はこれらの教科書通りの伸びを経験した。

しかしながら、集団間の平均身長の違い（例えば、日本人対韓国人、西欧人と北東アジア人の国際比較）となると、遺伝・環境要因が混みっており、違いの原因を同定するのはきわめて難しい。Grasgruber, op.cit. は成人男子の105カ国別平均身長差を栄養摂取・社会経済指数・遺伝子要因等、それぞれの要因と身長との相関を見た上で、全ての要因を含めた多重回帰分析を地域別（ヨーロッパとそれ以外）と全ての国々で解析した。果物摂取と身長の間にはヨーロッパを除いたアジアを含む地域では統計的に有意な正の相関が見られたが、ヨーロッパの国々の間では相関が見られなかった。身長との間に統計的に有意な正の相関が見られたのは、良質な蛋白質、全摂取量、都市化で、負の相関が見られたのは米の消費と出生率となった（ibid.）。日本人の身長の低さの説明にも、牛乳や肉類など良質蛋白質の摂取が欧米諸国に比べて低いことを一因にあげている。端的に言い換えれば、これらの研究（ibid.）の含意は、世界中の国民が欧米人のような社会・食生活を身に付けば、欧米人並みの身長になるであろうに近い。しかしながら、長期間の横断面分析で気をつけなければならない点は、相関は原因・結果の証明にはならないということである。身長の国際比較

では、実際に一般に欧米人の身長が高く、アジア・中南米の国々の平均身長が低いので、結果的に欧米諸国の社会・食生活の特徴を示す諸指数が身長に相関すると結論される。その典型は身長と米の消費量との負の相関であろう。さすがにGrasgruber et al., op.cit. もこの相関は、米の消費が身長の伸びに負の影響を与えているのではなく、貧困国では一般に欧米諸国に比べ米の消費が多いこと、良質な蛋白質・栄養価の高い食品の摂取の困難な国がやむなく米を大量消費している事実が原因であると説明している。しかし、別の見方をすれば、欧米諸国はアジア諸国より平均身長が高く、米の消費量が少ない。すると米の消費量は、単に欧米とアジアの諸国の違いを表す良い指標としてモデルに選択されたとも考えられるのである。このような結果に警鐘を与える研究もある。たとえば、アフリカ諸国の平均身長は1960年代を境に低下している。アフリカ諸国は経済・栄養摂取の面からしても北東アジアの国々より格段に低いにも関わらず、北東アジア諸国より平均身長は高い。さらに、Grasgruber et al., 2016の結果に反して、身長とGDP、幼児死亡率の間に統計的に有意な相関は見られなかった（Deaton, 2007）。興味深いことに、Grasgruber, op.cit. の研究にはアフリカ諸国のデータは含まれていない。

日本人と韓国人の身長差の問題に戻ると、Grasgruber, ibid. のモデルでは、栄養摂取のみのモデルでは日本人の予想身長は約172 cmで実際と一致するが、韓国人の予想身長は約170 cmで実際に観察された174.3 cmより4 cm低い。さらに社会・経済的要素を加えると、日本人の予想身長が174.5 cmに対し韓国人の予想身長が173.1 cmで、現実の身長差と相反する。これらの離反が、本文の最後に示されている仮説のように、両国における子供たちの果物、特にみかん消費の激減（日本）・急増（韓国）によるものかどうかは、果物、特にみかんの摂取量を多重回帰分析すれば判明するかもしれないが、知る限り韓国には年齢階層別の果物消費推

移に関する推計が存在していない。

ちなみに日本国内でも地域によって身長の高低差があり、文部科学省の学校保健統計調査のデータによると過去4年（2012–15年）では、秋田県の17歳の男子の平均身長は171.6 cmで最低の沖縄県の同年齢より2.7 cm高い。また女子の場合は、東京の同年齢が158.6 cmで最高、最低は沖縄県の156.0 cmで2.6 cm低い。沖縄県の17歳生徒の平均身長は本土に比べて格段に低く、また沖縄を除いた都道府県での最高・最低の平均身長差は男女生徒とも約2.0 cmであった。沖縄県の次に身長の低いのは愛媛県であった。日本全国何処でもかなり似通った食生活が観察され、特に児童対象の学校給食の栄養摂取量は主として文部科学省で決められていることから推定するに、沖縄や九州地方の生徒の方が、東北地方の生徒に比べ身長の伸びに関わる栄養摂取が顕著に劣っているとは想像し難い。『家計調査』によれば、松山市（愛媛県）の一世帯の年間ミカンの消費量は20.9 kgで全国有数で、秋田市（秋田県）の年間消費量13.0 kgの1.6倍である。その逆に秋田市では塩干魚介を含む魚類の消費が年間54.7 kgで松山市の32.9 kgの1.7倍である。秋山他（2006）は魚介類の摂取を身長の変因と推測している。かれらにならって、筆者は2012–15年データを使い、身長（17歳児）を果物、肉類、魚介類、ミカン、牛乳の一世帯あたりの年間消費量で段階式多重回帰分析を行い、男女とも果物、肉類、魚介類、牛乳の消費量で約38%説明できるという結果をえた（筆者の試算による下の付表参照）。

付表 身長と各種食品消費量多重回帰分析係数、  
沖縄県を除く全県、2012–2015年データ

| 品目             | 男 子                      | 女 子                      |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 肉 類            | $-4.1 \times 10^{-5}$ *  | $-4.3 \times 10^{-5}$ ** |
| 牛 乳            | $1.7 \times 10^{-2}$ *   | $1.9 \times 10^{-2}$ **  |
| 果 物            | $-2.0 \times 10^{-5}$ *  | $-2.0 \times 10^{-5}$ *  |
| 魚介類            | $5.1 \times 10^{-5}$ *** | $4.1 \times 10^{-5}$ *** |
| R <sup>2</sup> | 0.38                     | 0.37                     |

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*:  $P < 0.001$

これら4品目の中で、魚介類の相関が一番強く、この変数だけで男子の身長は24%、女子の身長は15%が説明できる。さらに興味深いことに肉類と果物の消費の係数が負である点である。これは、魚介類と牛乳の消費が同じ場合では、果物・肉類の平均消費が多い集団の方が平均身長が低いことを意味する。みかんの消費が回帰分析で選択されなかったのは、果物とみかんの間に強い相関があるからで、意図的に果物を除いて回帰分析をするとやはり果物と同様にみかんの係数は負になる。それでもモデルで説明できるのは38%で、62%はモデルで説明できていない。

これに対して横家（2010）は、標準平均身長差が日最高気温の平均値で60%説明できると報告している。この原因について、横家は寒冷地の児童ほど総栄養摂取量が多いことを挙げているが、そのデータは示されていない。もちろん、この結果はみかんの消費の減少が身長に悪影響を与えているとの仮説の否定にはならない。みかんの消費の多い松山市（愛媛県）でさえも、世帯員1人当たりの消費量は韓国の1人当たり全国平均より低い。日本国内の地域別17歳児の間の身長の比較では、調査世帯のみかん消費水準が一般に低すぎて身長増加に影響を与える規模まで達していないとも考えられる（ただし地域、さらには県別に年齢階層別の果物消費の推計は今のところ存在していない）。以上のように集団間の平均身長差の原因を説明するのは一筋縄ではいかない。

#### 追加参考文献

- 横家将納（2010）「日本人の幼児・生徒の体格の地域差とメッシュ気候値を利用した分析」『栄養学雑誌』Vol. 68, No 4, 263–269.
- 秋山さや香・石川未来・田村超紘（2006）「学童の身長に関連する要因について—新潟県の学童の身長はなぜ高いか」『新潟医学界雑誌』120, 329–336.
- Deaton, Angus（2007）" Height, health, and development," *Proceedings of the National Academy of Sci-*

*ence of the United States of America*, Vol. 104, 33,  
13232-37.

Delemarre-van de Wall, H.A. (1993) "Environmental fac-

tors influencing growth and pubertal development,"  
*Environmental Health Perspectives Supplements*, 101,  
39-44.